

Conference Paper, Published Version

**Müller, Uwe**

## **Stoffgesetze für Asphaltbetonkerndichtungen**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/104048>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Müller, Uwe (1999): Stoffgesetze für Asphaltbetonkerndichtungen. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Betrieb, Instandsetzung und Modernisierung von Wasserbauwerken. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 15. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 169-189.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



## Stoffgesetze für Asphaltbetonkerndichtungen

### Kurzfassung

Im vorliegenden Beitrag sollen bisher übliche Modellstrukturen für den Baustoff Asphaltbeton vorgestellt werden. Die Durchführung und Auswertung von triaxialen spannungsgesteuerten Druck-Kriechversuche an kubischen Asphaltbetonprüfkörpern führte zu einer erweiterten Modellstruktur und ermöglichte die Entwicklung eines räumlichen Stoffansatzes, mit dessen Hilfe Langzeitaussagen über das Spannungs- und Deformationsverhalten von Asphaltbetonkerndichtungen im Staudammbau getroffen werden können. Die Anwendung des rheonomen Materialgesetzes wird an einem Beispiel dokumentiert

### Abstract

This article report on known model structures for the building material asphaltic concrete. A new model structure and a three-dimensional element formulation was developed from the experiment data of the triaxial stress controlled pressure and creeping tests at asphaltic concrete specimens. With this approach the stress and deformation behavior of watertight asphaltic diaphragm can be precalculated for a long period. The applicability of this rheonom approach is illustrated in one example.

### 1 Einleitung

Die technischen Entwicklungen und das gewachsene Umweltbewußtsein der letzten Jahrzehnte haben auch im Wasserbau zur Anwendung neuer Technologien und Materialien geführt. So wurde zum Beispiel der Baustoff Asphaltbeton im Wasserbau erfolgreich eingesetzt und hat sich aufgrund seiner rheologischen Materialeigenschaften im Dammbau als Dichtungsbaustoff durchsetzen können.

Im Asphaltwasserbau hat man sich in den letzten Jahren immer häufiger (über 32 Staudämme in 34 Jahren! [ 2 ] ) für eine Asphaltbetonkerndichtung entschieden. Um im Interesse der Bauwerkssicherheit das Materialverhalten einer solchen bituminösen Kerndichtung während des Baus und der einzelnen Betriebsphasen besser vorhersagen zu können, wurde vor allem im deutschsprachi-



gen Raum umfangreiche Entwicklungsarbeit verbunden mit aufwendigen Meßprogrammen an Staudämmen mit Asphaltbetonkerndichtung geleistet.

In Weiterführung der jahrelangen Forschungsarbeiten über bituminöse Bauwerksabdichtungen im Wasserbau an der TU Dresden wurden die bisher vorliegenden Stoffansätze für Asphaltbetonkerndichtungen einer kritischen Bewertung unterzogen. Als Ergebnis eigener spannungsgesteuerter Kriechversuche wurde ein räumlicher Stoffansatz für Asphaltbetonkerndichtungen erarbeitet, welcher hier zum Teil erläutert werden soll.

## **2 Asphaltbeton**

Das Dreiphasensystem Asphaltbeton setzt sich aus dem Mineralgerüst (fest), dem Bitumen (flüssig) und dem Porenraum (gasförmig) zusammen. Für die Anwendung im Wasserbau müssen der Kornaufbau des Mineralgerüsts und die Menge des Bitumens so gewählt werden, daß bei der Verdichtung ein möglichst hohlraumarmer Beton entsteht. Dadurch soll für alle Belastungszustände die für den Wasserbau notwendige Dichtheit und Stabilität gewährleistet werden.

Entsprechend der verwendeten Kornverteilungslinie in der Rezeptur unterscheidet man im Wasserbau zwischen Asphaltfeinbeton (z. Bsp. bituminöse Außenhautdichtung) und Asphaltgrobbeton (z. Bsp. Asphaltbetonkerndichtung).

Der Asphaltbeton wird bei Krafteinwirkungen von außen verformt. Diese Deformationen setzen sich aus elastischen, plastischen, viskoelastischen und viskoplastischen Anteilen zusammen, wobei die einzelnen Phasen des Systems Asphaltbeton in unterschiedlichem Maße für die einzelnen Deformationsanteile verantwortlich sind. So ist das Bindemittel Bitumen für die viskosen und das Mineralgerüst für die plastischen und elastischen Anteile maßgebend. Der Porenraum hat einen großen Einfluß auf die Deformationsbeständigkeit.

Der Asphaltbeton weist ein rheonomes Material- und ein nichtlineares Spannungs- Deformationsverhalten auf. Unter der Wirkung von Schubspannungen treten beim Asphaltbeton Volumenänderungen auf, d.h., man spricht von Dilatanz. Runde Mineralkörner im Gemisch bewirken gegenüber gebrochenen Mineralkörnern eine höhere Dilatanz und gleichzeitig eine höhere Temperaturabhängigkeit. Bituminöse Baustoffe wie der Asphaltbeton sind wasserunlöslich, trinkwasserunschädlich, umweltfreundlich und somit als Dichtungsbaustoff im Wasserbau bestens geeignet.

## **3 Asphaltbetonkerndichtung**

Die im Bild 1 schematisch dargestellte Asphaltbetonkerndichtung ist, wie der Name schon andeutet, eine künstliche Dichtung, die im Dammbau für Erd- und



Steinschüttdämme eingesetzt wird. Als Dichtungsmaterial wird Asphaltgrobbe-  
ton (entsprechend EAAW 83) verwendet. Der eigentliche Asphaltkern ist beid-  
seitig von Übergangszonen umgeben, die aus abgestuftem Hartsteinmaterial be-  
stehen. Von der Lage her befindet sich diese Dichtungsart im Kerndrittel, d.h.,  
in der Mitte des Dammquerschnittes. Der Einbau kann vertikal, geneigt oder als  
Kombination dieser beiden Formen erfolgen.

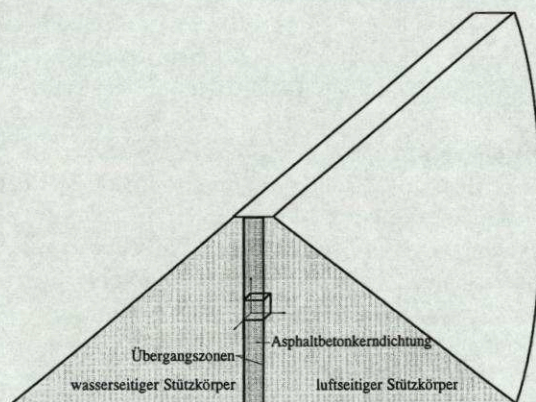


Bild 1: Schematischer Querschnitt eines Damms mit Asphaltbetonkerndichtung

Für den Dichtungskern ergibt sich aus dem rheonomen Verhalten des Baustof-  
fes, daß alle Verformungen des Dammkörpers rissefrei mitgemacht werden  
können und damit unter allen eintretenden Deformationszuständen (Baulasten,  
Setzungen, Lastwechsel, Erdbeben ...) die Wasserdichtigkeit gewährleistet  
bleibt. Durch die auch viskoelastischen/viskoplastischen Materialeigenschaften  
(Nachkriechen) und Kolmation besitzt die Asphaltbetonkerndichtung eine so ge-  
nannte „Selbstheilungskraft“, d.h., kleinste Risse, die zu Durchsickerungen füh-  
ren könnten, schließen sich von selbst wieder. Der erosionsfeste und alterungs-  
beständige Asphaltbetonkern, als künstliche Dichtung (geringer Massentrans-  
port), erlaubt die Wahl der günstigsten Sperrstelle und kann entsprechend den  
geologischen und bautechnischen Bedingungen optimal im Damm platziert wer-  
den. Dadurch kann für den gewählten Standort die kleinstmögliche Dichtungs-  
fläche erreicht werden, was sich positiv auf die Konstruktion und die Kosten  
auswirkt. Durch die heutigen Technologien ist der Einbau der  
Asphaltbetonkerndichtung bei fast allen Witterungs- und Klimaverhältnissen  
möglich, was sich bautechnologisch (z.Bsp. längere verfügbare Einbauzeiten)  
als vorteilhaft erweist. Die Asphaltbetonkerndichtung kann bereits während des  
Bauzustandes sowie bei entsprechender Konstruktion auch beidseitig eingestaut  
werden.



An dieser Stelle sollen die auf eine Asphaltbetonkerndichtung wirkenden Beanspruchungen nur prinzipiell genannt werden. Weitergehende Ausführungen dazu kann man in der unter [ 5 ] angegebenen Literatur nachlesen.

Die Beanspruchungen auf Asphaltbetonkerndichtungen kann man in mechanische Kräfte und chemische Einwirkungen unterteilen. Die Witterungseinflüsse sind auf Grund der zentralen Lage einer Kerndichtung nur während der Bauphase von Bedeutung und stellen somit einen Teil der Einbaubedingungen dar.

Den mechanischen Kräften muß die größte Bedeutung beigemessen werden, da sie die wesentlichsten und höchsten Beanspruchungen bewirken. Sie beeinflussen die Asphaltbetonkerndichtung, das Stützkörperprisma und den Untergrund in Form von statischen und dynamischen Beanspruchungen. Zu den statischen Belastungsgrößen zählen der Wasserdruck, das Eigengewicht des Asphaltbetonkernes, das Eigengewicht des Stützkörpers, die Erddruckkräfte des Stützkörpers auf den Dichtungskern sowie die Reaktionskräfte des Untergrundes. Die dynamischen Beanspruchungen werden durch die Wellenbewegung des Wassers oder die Dichtungsanschlüsse an Massivbauwerke hervorgerufen.

Die chemischen Einwirkungen auf die Dichtung erfolgen durch die im Wasser des Stauraumes enthaltenen Schadstoffe und Spurenelemente. Nur bei relativ hohen Konzentrationen an Schadstoffen oder beim Auftreten von bitumenlösenden Stoffen kann es durch Zersetzungserscheinungen zu einer spürbaren Beeinträchtigung der Asphaltbetonkerndichtung kommen.

Welchen Einfluß die aufgeführten Belastungsgrößen auf die Kerndichtung haben, ist nicht nur von den Größen selbst, sondern auch von der Rezeptur des Asphaltbetons, dem geologischen Umfeld des Dammes, dem Schüttmaterial, der Geometrie des Dammes, den Einbaubedingungen, der Lage des Dichtungskernes sowie den auftretenden Lastfällen abhängig.

#### **4 Modellstrukturen für Asphaltbetonkerndichtungen**

Für sicherheitsrelevante Aussagen im Asphaltwasserbau ist es u.a. erforderlich, langfristige Aussagen über das zu erwartende Verformungsverhalten von bituminösen Dichtungselementen treffen zu können. Dazu ist es erforderlich, das reale Materialverhalten mit mathematischen Funktionen zu beschreiben und die entsprechenden Materialparameter über das Experiment zu bestimmen.

Entsprechend dem 2. Axiom der Rheologie [ 6 ] besitzt jedes Material alle rheologischen Eigenschaften. Diese wichtige Erkenntnis wurde schon von *Heraklit* (495 v.u.Z.) mit den Worten „panta rhei“ - „alles fließt“ dokumentiert. Die mathematische Erfassung der rheologischen Eigenschaften kann praktischerweise über die in Bild 2 dargestellten Modellelemente mit idealen Körpereigenschaften erfolgen.






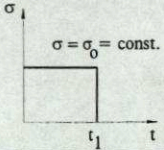
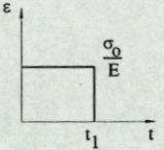
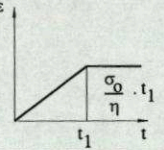
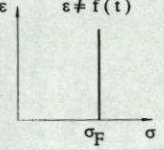
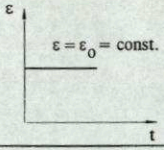
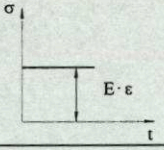
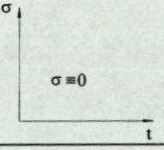
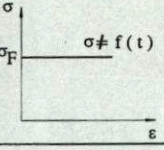
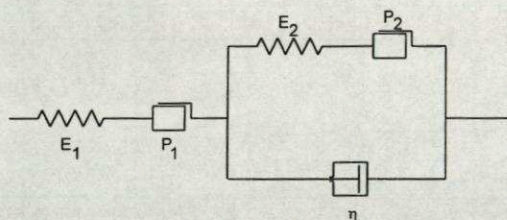
Eigenschaft	Elastizität	Viskosität	Plastizität
Modell			
	Feder	Dämpfer	Reibung
Idealer Körper	Hookescher Festkörper (H-Modell)	Newtonsche Flüssigkeit (N-Modell)	St.-Venantscher Körper (St.-V.-Modell)
$\sigma = \sigma(\varepsilon)$	$\sigma = E \cdot \varepsilon$	$\sigma = \eta \cdot \frac{d\varepsilon}{dt}$	$\sigma \leq \sigma_F$
$\varepsilon = \varepsilon(\sigma)$	$\varepsilon = \frac{\sigma}{E}$	$\varepsilon = \int \frac{\sigma}{\eta} \cdot dt$	$\varepsilon(\sigma \leq \sigma_F) \equiv 0$ $\varepsilon(\sigma = \sigma_F) \neq 0$
			
$\sigma = \sigma_0 = \text{const.}$			$\varepsilon \neq f(t)$
			
$\varepsilon = \varepsilon_0 = \text{const.}$		$\sigma = 0$	$\sigma \neq f(t)$

Bild 2: Grundelemente der Stoffmodelle [ 7 ]

Die geeignete Kombination dieser Grundelemente mit ihren idealen Körpereigenschaften ermöglicht die hinreichend genaue Beschreibung der realen Materialeigenschaften des Asphaltbetons. Bei der Parallelschaltung von Elementen werden die Einzelspannungen bei identischen Einzelverformungen addiert. Bei der Reihenschaltung dagegen, werden die Einzelverformungen bei identischen Einzelspannungen addiert.

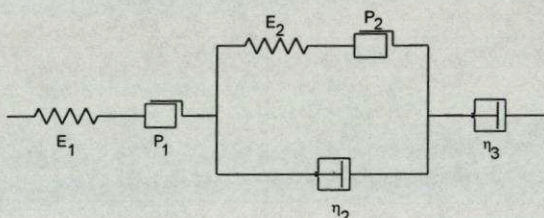
In der Literatur findet man etliche Modelle, die bisher zur Beschreibung des Asphaltbetons herangezogen worden sind. So haben zum Beispiel *Kraß* [ 4 ] und *Huschek* [ 3 ] bei Druckkriechversuchen plastische Deformationsanteile beim Asphaltbeton festgestellt und aus diesem Grund auch Reibungsglieder in die theoretischen Modelle eingebaut. Diese Reibungsglieder haben bei *Kraß* und *Huschek* jedoch nicht die Eigenschaften des St.-Venantschen Körpers laut Definition, sondern stellen eigentlich „Federn“ dar, die sich bei Entlastung nicht zurückverformen, d.h., die Deformationen erfolgen bei Belastung gemäß dem Hookeschen Gesetz und es wird keine Fließgrenze definiert.





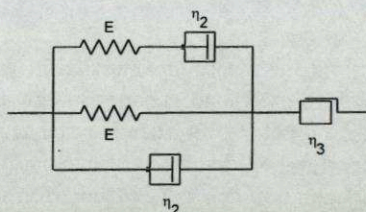
Kriechfunktion: 
$$k(t) = \frac{1}{E_1} + \frac{1}{P_1} + \left( \frac{1}{E_2} + \frac{1}{P_2} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_2 + P_2}{\eta} t} \right)$$

Bild 3: Modell nach *Kraß* [ 4 ]



Kriechfunktion: 
$$k(t) = \frac{1}{E_1} + \frac{1}{P_1} + \frac{1}{\eta_3} + \left( \frac{1}{E_2} + \frac{1}{P_2} \right) \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_2 + P_2}{\eta_2} t} \right)$$

Bild 4: Modell nach *Husheek* [ 3 ]



Kriechfunktion: 
$$k(t) = \left\{ \frac{(1 + P_1 \cdot t_{\text{Ret}}) \cdot P_2}{(P_1 - P_2) \cdot E} \cdot e^{-P_1 t} + \frac{1}{E} \cdot \left[ 1 - \frac{(1 + P_2 \cdot t_{\text{Ret}}) \cdot P_1}{P_1 - P_2} \cdot e^{-P_2 t} \right] \right\} + \frac{1}{\eta_3}$$

mit  $E_1 = E_2 = E$  und

$$P_1, P_2 = -\frac{2 \cdot \eta_2 + t_{\text{Ret}} \cdot E}{2 \cdot t_{\text{Ret}} \cdot t_{\text{Ret}} \cdot E} \pm \sqrt{\left( \frac{2 \cdot \eta_2 + t_{\text{Ret}} \cdot E}{2 \cdot t_{\text{Ret}} \cdot t_{\text{Ret}} \cdot E} \right)^2 - \frac{1}{t_{\text{Ret}} \cdot t_{\text{Ret}}}}$$

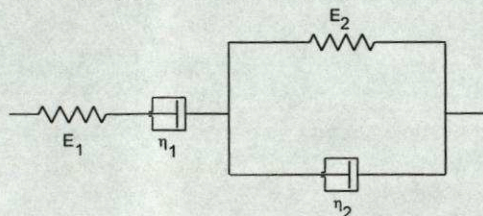
$t_{\text{Rel}}$  = Relaxationszeit;  $t_{\text{Ret}}$  = Retardationszeit

Bild 5: Modell nach *Boguslavski* [ 1 ]



Auch *Boguslavski* [ 1 ] hat in seinem Modell ein Reibungsglied, welches aber eigentlich einen *Newtonschen* Dämpfer darstellt, der erst ab einer definierten Spannung  $\sigma_c$  zu wirken beginnt.

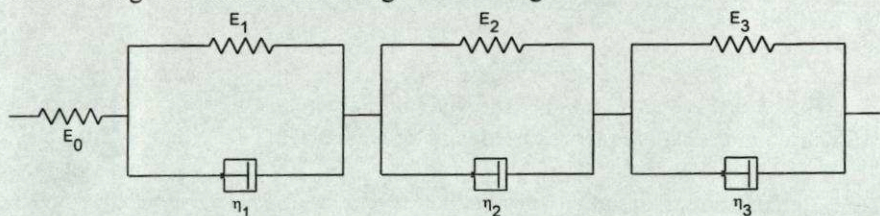
Das *Burgersmodell* als Reihenschaltung eines *Maxwellkörpers* (elastische, viskose, relaxierende Eigenschaften) und eines *Voigtkörpers* (viskoelastische Eigenschaften) charakterisiert auch nach Ansicht anderer Autoren recht gut die zeitabhängigen Deformationseigenschaften des Asphaltbetons.



Kriechfunktion: 
$$k(t) = \frac{1}{E_1} + \frac{1}{\eta_1} + \frac{1}{E_2} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_2}{\eta_2} t} \right)$$

Bild 6: Modell nach *Burgers* [ 4 ]

*Tynior* [ 8 ] hat unter Verwendung der linearen Theorie der Nachwirkung das bisher beste Modellstruktursystem zur Beschreibung des Asphaltbetons verwendet, wobei kritisch eingeschätzt werden muß, daß das in Bild 7 dargestellte Modell letztendlich einen Festkörper charakterisiert und somit die viskosen Eigenschaften des Asphaltbetons nicht ausreichend berücksichtigt worden sind, d.h., mit dem Modell nach *Tynior* erhält man zu Beginn der Belastung etwas zu hohe und im Langzeitverhalten zu niedrige Verformungswerte.



Kriechfunktion: 
$$k(t) = \frac{1}{E_0} + \frac{1}{E_1} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_1}{\eta_1} t} \right) + \frac{1}{E_2} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_2}{\eta_2} t} \right) + \frac{1}{E_3} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{E_3}{\eta_3} t} \right)$$

Bild 7: Modell nach *Tynior* [ 8 ]

Die Auswertung der in [ 5 ] beschriebenen Kriechversuche hat ergeben, daß die Approximation der Kriechfunktionen mit den oben genannten meist linearen



Modellen noch unzureichend ist. Deshalb müssen die in der Rheologie vielfältig vorgenommenen Verallgemeinerungen ausgenutzt werden, um das reale Verhalten noch genauer beschreiben zu können.

Eine solche Verallgemeinerung stellt die Haupttheorie des Kriechens dar, mit deren Hilfe der im folgenden Abschnitt angegebene Stoffansatz zur qualitativ noch besseren Beschreibung des Verformungsverhalten des Asphaltbetons entwickelt worden ist.

## 5 Rheonomer Stoffansatz

Aus den in [ 5 ] beschriebenen Triaxialversuchen konnte geschlußfolgert werden, daß die Standardformulierung der Haupttheorie des Kriechens für die Beschreibung des Spannungs-Deformationsverhaltens der Asphaltbetonkerndichtung gut geeignet ist. Dem ausgewählten Deformationsgesetz ist das in Bild 8 dargestellte Modellstruktursystem zugeordnet, welches sehr häufig auch zur Beschreibung anderer viskoelastischer Materialien, wie zum Beispiel Plastwerkstoffen, verwendet wird.

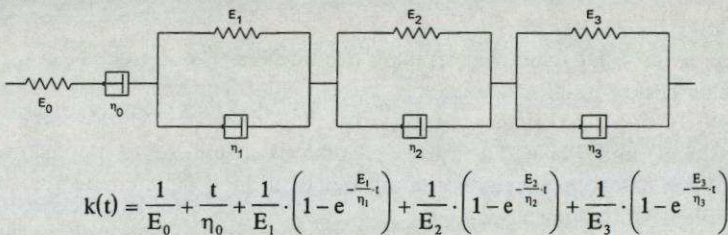


Bild 8: Modellstruktursystem für Asphaltbetonkerndichtung

Diese Reihenschaltung einer *Hookeschen* Feder, einem *Newtonschen* Dämpfer und 3 *Kelvin - Voigt* - Körpern stellt eine Flüssigkeit dar. Wie die in [ 5 ] durchgeführten Kriechkurvenapproximationen zeigen, erhält man für den Ausdruck  $t/\eta_0$  sehr kleine Werte, d.h.,  $\eta_0$  ist sehr groß. Dies wiederum bedeutet, daß die hier untersuchte „Flüssigkeit“ Asphaltbeton sehr steif ist, denn bei  $\eta_0 = \infty$  entspricht das gewählte Modellstruktursystem einem Festkörper. Das vorliegende Modell stellt somit eine Erweiterung des von *Tynior* verwendeten Modells (siehe Bild 7) um den in Reihe geschalteten Dämpfer dar, wodurch eine wesentlich höhere Approximationsgenauigkeit gerade bezüglich der angestrebten Langzeitaussage erzielt werden konnte.

Für den räumlichen Hauptspannungszustand kann man folgenden nichtlinearen viskoelastischen Stoffansatz formulieren:



$$e_{ij}(t) = \frac{1}{2G} \cdot \left[ g[\sigma_v(t)] \cdot s_{ij}(t) + \int_{-\infty}^t H(t) \cdot \left[ \frac{h(\sigma_v)}{T} + f(\sigma_v) \cdot \sum_{n=1}^N \frac{A_n}{T_n} \cdot e^{-\frac{t}{T_n}} \right] \cdot s_{ij}(\tau) \cdot d\tau \right]$$

$$e(t) = \frac{1}{3K} \cdot \left[ k[\sigma_m(t)] \cdot s(t) + \int_{-\infty}^t H(t) \cdot \left[ \frac{m(\sigma_m)}{T} + o(\sigma_m) \cdot \sum_{n=1}^N \frac{B_n}{T_n} \cdot e^{-\frac{t}{T_n}} \right] \cdot s(\tau) \cdot d\tau \right]$$

wobei:

$e_{ij}$	- Komponenten des Verzerrungsdeviators	$\tau$	- Integrationsvariable
$s_{ij}$	- Komponenten des Spannungsdeviators	$T$	- Retardationszeit
$e$	- Kugeltensor der Volumenänderung	$A, B$	- Anpassungsgrößen
$s$	- Kugeltensor der Normalspannung	$\sigma_v, \sigma_m$	- Vergleichsspannungen
$G$	- Schubmodul	$g, h, f, k, m, o$	- Funktionen der Nichtlinearität
$K$	- Kompressionsmodul	$t$	- Zeit

Die ausführlichere Beschreibung der einzelnen Parameter kann man in [ 5 ] nachlesen. Um eine allgemein darstellbare Beziehung zwischen Spannungen und Verformungen angeben zu können, ist es sinnvoll den Stoffansatz in differentieller Form anzugeben. Nur so ist es zum Beispiel möglich, die über die Bau- oder Betriebszeit sich ändernden Spannungen oder Verformungen zu berücksichtigen. Das vollständige Gleichungssystem ist nachfolgend dargestellt.

$$\begin{pmatrix} \dot{\varepsilon}_1 \\ \dot{\varepsilon}_2 \\ \dot{\varepsilon}_3 \\ z_1^{(1)} \\ z_2^{(1)} \\ z_3^{(1)} \\ z_1^{(2)} \\ z_2^{(2)} \\ z_3^{(2)} \\ z_1^{(3)} \\ z_2^{(3)} \\ z_3^{(3)} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} J_{11} & J_{12} & J_{13} & a_1 \\ J_{21} & J_{22} & J_{23} & a_2 \\ J_{31} & J_{32} & J_{33} & a_3 \\ 0 & 0 & 0 & b_1^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & b_2^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & b_3^{(1)} \\ 0 & 0 & 0 & b_1^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & b_2^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & b_3^{(2)} \\ 0 & 0 & 0 & b_1^{(3)} \\ 0 & 0 & 0 & b_2^{(3)} \\ 0 & 0 & 0 & b_3^{(3)} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \dot{\sigma}_1 \\ \dot{\sigma}_2 \\ \dot{\sigma}_3 \\ t \end{pmatrix}$$

wobei:

$\bar{\varepsilon}$	$\Rightarrow$ Vektor der benötigten Komponenten des Verzerrungstensors
$\bar{\sigma}$	$\Rightarrow$ Vektor der benötigten Komponenten des Spannungstensors
$t$	$\Rightarrow$ Zeit
$\bar{z}$	$\Rightarrow$ Vektor der auf $\bar{\varepsilon}$ bezogenen Hilfsgrößen
$J$	$\Rightarrow$ Matrix aller spannungsabhängigen Steifigkeitsparameter und -funktionen der Sofortdeform.
$\bar{a}$	$\Rightarrow$ Vektor für Matrizenoperationen (beinhaltet lineare Zeitterme und Summierungen von $\bar{b}$ )
$\bar{b}$	$\Rightarrow$ Vektor der spannungs- und zeitabhängigen Parameter und Funktionen



Über die Auswertung des gesamten Versuchsspektrums (verschiedene Spannungen und verschiedene Hauptspannungsverhältnisse) war es möglich alle Parameter zu bestimmen. Das Gleichungssystem stellt durch die Differentiation nach der Zeit  $t$  ein Anfangswertproblem dar, welches mittels mathematischer Lösungsverfahren, wie zum Beispiel dem *Runge-Kutta*-Verfahren gelöst werden kann. Für den linearen Grenzfall erhält man unter Berücksichtigung der Eigenschaften von  $g(0) = 1$  und  $k(0) = 1$  für die Sofortdeformation eine spannungsunabhängige  $J$ -Matrix, die dem *Hookeschen* Gesetz entspricht. Die vorliegende mathematische Formulierung des Stoffgesetzes für Asphaltbetonkerndichtungen im Bereich der herkömmlichen Rezepturen ermöglicht die Berechnung von Spannungs- und Verformungszuständen. Eine Integrierung des Stoffgesetzes in Finite-Elemente-Berechnungen ist möglich. Für die praktische Anwendung des Stoffansatzes für homogene Hauptspannungszustände sind also folgende Eingangsgrößen erforderlich:

- $K$  und  $G$  Modul des Asphaltbetons (im Kurzzeitversuch bestimmbar)
- Belastungsverlauf ( $\sigma_1, \sigma_2$  oder für die Inversion und  $\sigma_3$  als Funktionen von der Zeit)
- Verformungsverlauf ( $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  oder für die Inversion und  $\varepsilon_3$  als Funktionen von der Zeit)

Als Ergebnis erhält man unter Verwendung der vom Verfasser ermittelten Parameter für den jeweiligen Betrachtungszeitraum:

- Verformungsverlauf ( $\varepsilon_1, \varepsilon_2$  oder für die Inversion und  $\varepsilon_3$  als Funktionen von der Zeit)
- Belastungsverlauf ( $\sigma_1, \sigma_2$  oder für die Inversion und  $\sigma_3$  als Funktionen von der Zeit)

## 5 Beispiel Talsperre *Schmalwasser*

Im folgenden Beispiel sollen für einen Meßpunkt an der Asphaltbetonkerndichtung der Talsperre *Schmalwasser* (Thüringen) die Berechnungsergebnisse mit Meßdaten verglichen werden. Da die stoffspezifischen Materialparameter nicht verfügbar waren, wurden für die Berechnung die Moduln aus den Triaxialversuchen verwendet.

Die Berechnung erfolgte entsprechend der vorliegenden Meßdaten in drei Teilschritten [1. Schüttphase von Juni 1991 bis Mitte November 1991 ( $t=0$  h bis  $t=3960$  h); Winterpause von Mitte November 1991 bis Mitte April 1992 ( $t=3960$  h bis  $t=7560$  h); 2. Schüttphase von Mitte April 1992 bis Oktober 1992 ( $t=7560$  h bis  $t=11520$  h)], wobei für jeden Bereich näherungsweise eine konstante Spannungsgeschwindigkeit angesetzt worden ist. Da für  $\sigma_2$  keine Meßdaten vorliegen wurde für die Berechnung  $\sigma_2=\sigma_3$  gesetzt. Um die



Ergebnisse dieser Überslagsberechnung besser mit den zur Verfügung stehenden Meßdaten vergleichen zu können, wurde zu den berechneten Werten die Anfangsverformung der Meßgeber addiert. Entgegen der für den Stoffansatz vorgenommenen Definition sind in den nächsten beiden Abbildungen die Stauchungen negativ dargestellt.

Die in Bild 10 dargestellten Berechnungsergebnisse zeigen, daß mit dem vorliegenden Stoffansatz die an der Talsperre *Schmalwasser* gemessenen Kernsetzungen (siehe Bild 9) recht gut nachvollzogen werden können. Der qualitative Verformungsverlauf der Asphaltbetonerndichtung wird vom Stoffansatz richtig wiedergegeben. Die quantitativen Abweichungen, die für den betrachteten Zeitraum nur 0,2 % Vertikalverformung betragen, haben u.a. folgende Ursachen:

Wie eingangs erwähnt, mußten für die Berechnung die Werte der K- und G-Moduln aus den Versuchsdaten angenommen werden. Zur Herstellung der Asphaltbetonerndichtung der Talsperre *Schmalwasser* ist ein kleineres Größtkorn als bei den hier beschriebenen Prüfkörpern verwendet worden, d.h., die Kerndichtung ist weicher (K und G kleiner) als in der Berechnung angenommen. Dies wiederum erklärt die in der vorliegenden Berechnung erhaltenen kleineren Verformungswerte. Für jeden der drei Berechnungsschritte wurde eine konstante Spannungsgeschwindigkeit angesetzt, was gerade in der zweiten Schüttphase nicht genau den Meßergebnissen entspricht. An dieser Stelle soll auch nicht unerwähnt bleiben, daß die Gewinnung von Bauwerksdaten gerade bei Setzungs- und Spannungsmessungen mit Unsicherheiten behaftet ist.

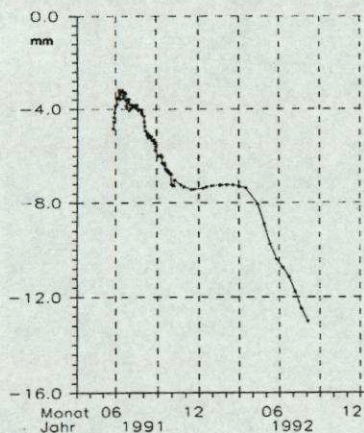


Bild 9: Talsperre *Schmalwasser*, Vertikalverformungen am Meßpunkt 15 [ 9 ]

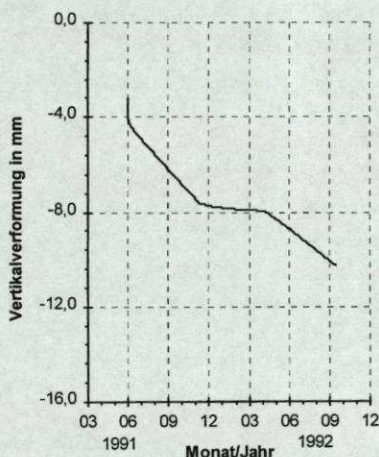


Bild 10: Berechnung, Vertikalverformungen



## 6 Literaturverzeichnis

- [ 1 ] Boguslavski, A.M. ; Boguslavski, L.A.: „Ghjuypbhjdybt nhtibyj\_ b ldbujecnjquxbdjcnb fcafkmnj,tjnyys[ gjrhsnbq“ (russ.: Die Prognose der Risse- und Schubfestigkeit von Asphaltbetondecken); III. Straßenbaukonferenz Budapest, Manuskript S. 1 - 15, Budapest 1973
- [ 2 ] Geiseler, W.-D.; Haug, W.; Steffen, H.; Strobl, Th.: „Kerndichtungen aus Asphaltbeton für Erd- und Steinschüttdämme“; Berichte der Versuchsanstalt Oberrach und des Lehrstuhls für Wasserbau und Wassermengenwirtschaft der TU München, Heft 72, 1992
- [ 3 ] Huscek, S.: „Der Kriechversuch. Ein einfaches Mittel zur Beurteilung der plastischen Verformbarkeit von Asphaltmischungen.“; Straße und Verkehr, Jg. 61, Nr. 4, S. 134 - 142, 1975
- [ 4 ] Kraß, K.: „Kriechuntersuchungen an zylindrischen Asphaltprobekörpern“; Dissertation, Universität Karlsruhe (TH), Fakultät für Bauingenieur- und Vermessungswesen, 1971
- [ 5 ] Müller, U.: „Deformationsverhalten und Belastungsgrenzen des Asphaltbetons unter den Bedingungen von Staudammkerndichtungen“; Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen, Heft 14, ISBN 3-86005-213-6; Zugl.: TU Dresden, Dissertation; 1998
- [ 6 ] Reiner, M.: „Rheologie in elementarer Darstellung“; VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1968
- [ 7 ] Schmidt, H., Opitz, H.: „Festigkeitslehre Teil 1“; Institut für Aus- und Weiterbildung im Bauwesen, Leipzig 1988
- [ 8 ] Tynior, R.: „Rheologische Untersuchungen zur mehrachsigen Druckbeanspruchung von Asphaltbetonkerndichtungen in Staudämmen“; Dissertation, TU Dresden, 1989
- [ 9 ] Hydroprojekt Ingenieurgesellschaft, Büro Dresden: „Talsperre Schmalwasser, Bautechnische Stellungnahme zur meßtechnischen Bauwerksüberwachung; Damm, Verharrungsphase“; Meßbericht 02/96, Dresden 1996

Dr.- Ing. Uwe Müller

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Geschäftsbereich 3, Referat Bauwerksüberwachung

Schloßpark 15

01796 Pirna

e-mail: uwe.mueller@ltv.smu.sachsen.de



## Förderverein

Zur Unterstützung der wasserbaulichen Forschung und Lehre wurde von Hochschullehrern und Mitarbeitern des Institutes am 24. Mai 1991 ein gemeinnütziger Förderverein, die Gesellschaft der Förderer des *Hubert-Engels-Institutes* für Wasserbau und Technische Hydromechanik an der TU Dresden, gegründet. Der Verein unterstützt die Herausgabe der seit 1990 wieder erscheinenden Dresdner Wasserbaulichen Mitteilungen und nimmt aktiv an der Vorbereitung und Durchführung des nach wie vor alljährlich im Herbst stattfindenden Wasserbaukolloquiums sowie der begleitenden Fachaussstellung teil. Darüber hinaus wurden vom Förderverein Studentenexkursionen finanziell unterstützt.

### SATZUNG der

#### Gesellschaft der Förderer des Hubert-Engels-Institutes

#### für Wasserbau und Technische Hydromechanik

an der Technischen Universität Dresden e.V.

---

☒ 01062 Dresden,

Besucheradresse: George-Bähr-Straße 1, 01069 Dresden

☎ (0351) 463 5693 od. 463 2964 ☐ (0351) 463 7141

Vereinsregister Nr. VR 1335, Amtsgericht Dresden,

Bankverbindung:

Stadtsparkasse Dresden, BLZ 850 55 142, Konto 352 850 191

### §1

#### Name und Sitz

Der Verein führt den Namen

*"Gesellschaft der Förderer des Hubert-Engels-Instituts für Wasserbau und Technische Hydromechanik der Technischen Universität Dresden e.V."*

Der Sitz des Vereins ist Dresden. Er ist im Vereinsregister unter der Nummer VR 1335 registriert.

Das Geschäftsjahr ist das Kalenderjahr.



## §2 Zweck

Der Verein verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnittes "Steuerbegünstigte Zwecke" der Abgabenordnung. Er dient der Förderung wissenschaftlicher Forschungsarbeiten auf gemeinnütziger Grundlage, der Information seiner Mitglieder und der Öffentlichkeit über die Forschungs- und Versuchsarbeiten des Instituts, der Förderung von Aus- und Weiterbildung sowie der Förderung des Umwelt- und Landschaftsschutzes.

Der Satzungszweck wird insbesondere verwirklicht durch:

1. Durchführung wissenschaftlicher Veranstaltungen und Forschungsvorhaben zu Themen des umweltverträglichen Wasserbaus, der Renaturierung von Gewässern, der Verbesserung der Wasserversorgung und Abwasserbehandlung, des Verkehrswasserbaus (mit dem Ziel umweltfreundlicher Transportdurchführung auf Wasserstraßen), sowie des Hochwasser- und Küstenschutzes.
2. Werbung in den interessierten Fachkreisen für den Wasserbau und das hydraulische Versuchswesen
3. Koordinierung der Arbeiten und Zusammenarbeit auf wasserbaulichem und hydraulischem Gebiet mit anderen Instituten
4. Unterstützung von hydraulischen Modellversuchen
5. Unterstützung der Durchführung von Kolloquien und Symposien in den Fachgebieten Wasserbau und Technische Hydromechanik
6. Förderung der Publikation von wissenschaftlichen Arbeiten, Institutsberichten und Informationsmaterial
7. Unterstützung von Reisen zu Fachvorträgen und zur Besichtigung von wasserbaulichen Objekten
8. Durchführung von Informationsveranstaltungen an Schulen und Gymnasien
9. Unterstützung von besonders förderungswürdigen in- und ausländischen Studierenden des Wasserbaus
10. Würdigung herausragender Leistungen von Absolventen und Studierenden in den Fachgebieten des Wasserbaus und der technischen Hydromechanik..

Der Verein ist selbstlos tätig und verfolgt nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke.



### **§3** **Mitgliedschaft**

**Ordentliche Mitglieder** können natürliche und juristische Personen sowie Körperschaften jedweder Rechtsform des In- und Auslandes werden, die den Zweck des Vereins nach §2 unterstützen.

**Jungmitglieder** können Studenten werden, die an einer Hochschuleinrichtung mit wasserbaulich-wasserwirtschaftlicher Ausbildung immatrikuliert sind.

**Korrespondierende Mitglieder** können vom Vorstand ernannt werden, wenn sie auf dem Gebiet des Wasser- und Grundbaus, der Wasserwirtschaft und der Hydrologie forschend tätig sind.

**Ehrenmitglieder** können von der Mitgliederversammlung ernannt werden, wenn sie sich besondere Verdienste bei der Förderung des Vereins erworben haben.

### **§4** **Organe des Vereins**

Die Organe des Vereins sind

- a) die Mitgliederversammlung
- b) der Vorstand.

Die Mitglieder des Vorstands sind ehrenamtlich tätig.

### **§5** **Mitgliederversammlung**

Eine ordentliche Mitgliederversammlung findet einmal im Jahr (in der Regel in Verbindung mit dem Wasserbaukolloquium des Instituts) statt. Ihre Einberufung erfolgt mindestens vier Wochen vorher schriftlich durch den Geschäftsführer im Auftrag des Vorstandes unter Mitteilung des Termins, des Ortes und der Tagesordnung.

Zusätze zur Tagesordnung können innerhalb einer Frist von 14 Tagen beim Geschäftsführer beantragt werden.

In der Mitgliederversammlung werden geschäftliche Angelegenheiten in Verbindung mit Vorträgen oder Mitteilungen und deren Beratung behandelt und erledigt.

Die Mitgliederversammlung beinhaltet:

1. den Bericht des Vorsitzenden über das Geschäftsjahr
2. den Bericht der Rechnungsprüfer
3. Genehmigung der Berichte und Entlastung des Vorstandes



4. Beschlüsse über vorliegende Anträge und über Änderungen der Satzung

5. Wahl von zwei Rechnungsprüfern

6. Verschiedenes

Der Vorstand kann jederzeit binnen 14 Tagen eine außerordentliche Mitgliederversammlung einberufen. Er ist dazu verpflichtet, wenn mindestens ein Zehntel der Mitglieder dies unter Angabe des Zwecks und der Gründe fordert.

Der Vorsitz der Mitgliederversammlung wird vom 1. Vorsitzenden oder vom Stellvertreter des Vorstandes geführt.

Die Mitgliederversammlung faßt ihre Beschlüsse mit einfacher Mehrheit der anwesenden Mitglieder. Sie ist bei satzungsgemäßer Einladung in jedem Falle beschlußfähig. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden.

Satzungsänderungen erfordern eine 3/4-Mehrheit der anwesenden Mitglieder.

Anträge auf Änderung der Satzung, die nicht vom Vorstand ausgehen, können nur dann beraten werden, wenn sie mindestens vier Wochen unter Angabe der Gründe beim Vorstand eingereicht worden sind.

Jedes Mitglied hat nur eine Stimme. Stimmübertragungen sind durch schriftliche Vollmacht auf ordentliche Mitglieder nur bis zu zwei möglich.

Die Beschlüsse der Mitgliederversammlung werden vom Geschäftsführer in ein Protokollbuch eingetragen und vom Vorsitzenden und dem Geschäftsführer unterzeichnet.

## **§6 Vorstand**

Der Vorstand wird von der ordentlichen Mitgliederversammlung für die Dauer von fünf Jahren gewählt und bleibt bis zum Ablauf der ordentlichen Mitgliederversammlung zur Neuwahl im Amt.

Der Vorstand besteht aus vier gewählten ordentlichen Mitgliedern

- dem 1. Vorsitzenden
- dem Stellvertretenden Vorsitzenden
- dem Geschäftsführer
- dem Schatzmeister.

Vom Vorstand kann ein Ehrenvorsitzender bestellt werden.

Die Mitgliederversammlung kann durch einfache Mehrheit beschließen, darüber hinaus noch bis zu zwei Mitglieder zur Vertretung des Vereins in den Vorstand zu bestellen.

Der Vorstand kann einzelnen Personen Vollmachten für Zweige der Geschäftsführung erteilen.



Sitzungen des Vorstandes sind beschlußfähig, wenn mehr als die Hälfte der Vorstandsmitglieder anwesend sind.

Der Vorstand ist mit der Führung aller laufenden Geschäfte beauftragt und sorgt für die Durchführung der Beschlüsse der Mitgliederversammlung. Er kann selbständig Maßnahmen treffen, die dem Vereinszweck förderlich sind.

## **§7** **Aufnahme oder Beendigung** **der Mitgliedschaft**

Die Aufnahme als ordentliches Mitglied oder als Jungmitglied ist schriftlich beim Vorstand zu beantragen. Dieser entscheidet über die Aufnahme. Der Aufnahmebeschluß ist dem Antragsteller mitzuteilen. Bei Zurückweisung des Antrages kann der Antragsteller eine Entscheidung durch die Mitgliederversammlung beantragen, deren Zustimmung eine 2/3-Mehrheit voraussetzt.

Die Mitgliedschaft kann beendet werden

- a) durch schriftliche Austrittserklärung eines Mitglieds zum Ende des laufenden Geschäftsjahres (mindestens drei Monate vor Ablauf des Geschäftsjahres) oder auf Beschluß des Vorstandes, wenn 3/4 der Mitglieder versammlung dem Ausschluß zustimmen,
- b) bei Vereinigungen oder Gesellschaften mit deren Auflösung,
- c) bei natürlichen Personen mit dem Tod

## **§ 8** **Rechte und Pflichten der Mitglieder**

Die Mitglieder des Vereins haben das aktive und passive Wahlrecht können Anträge an den Verein stellen. Jungmitglieder können an den Veranstaltungen des Vereins teilnehmen, Anträge stellen, haben jedoch kein Stimmrecht.

Die Mitglieder des Vereins haben das Recht auf Information über die vom Institut durchgeführten und laufenden Arbeiten sowie zur Besichtigung des Instituts und seiner Versuchseinrichtungen soweit das betrieblich möglich ist und die Interessen der Auftraggeber nicht beeinträchtigt werden.

Die Mitglieder haben Anspruch auf Überlassung von geförderten veröffentlichten Materialien.

Die Mitglieder sind verpflichtet, die Fördervereinigung entsprechend der Satzung bei der Erfüllung ihrer Aufgaben nach besten Kräften zu unterstützen.

Die Mitglieder sind zur Zahlung eines jährlichen Beitrags verpflichtet. Die Höhe des jährlichen Beitrags wird in der Mitgliederversammlung bestimmt und soll in der Regel nicht niedriger sein als



- a) für persönliche Mitglieder    DM 20,-<sup>(1)</sup>
- b) für Jungmitglieder            DM 10,-
- c) für Firmen, Behörden, Verbände, Institute und andere Einrichtungen DM 200,-

Die Beiträge sind bis 31. März des jeweiligen Jahres zu entrichten.

Ehrenmitglieder und korrespondierende Mitglieder sind beitragsfrei.

## §9 Auflösung des Vereins

Der Verein kann nur auf Beschluß von 2/3 der anwesenden stimmberechtigten Mitglieder einer ordentlichen Mitgliederversammlung aufgelöst werden.

Sind in dieser Mitgliederversammlung weniger als 1/3 der stimmberechtigten Mitglieder erschienen, so muß eine neue Mitgliederversammlung einberufen werden, die dann entscheidet.

Im Falle der Auflösung oder Aufhebung des Vereins oder bei Wegfall seines bisherigen Zwecks fällt sein Vermögen an das Hubert-Engels-Institut zur ausschließlichen Verwendung für wissenschaftliche Forschungsarbeiten.

## §10 Gemeinnützigkeit

Etwaige Mittel aus der Arbeit des Vereins dürfen nur für die satzungsgemäßen Zwecke verwendet werden. Die Vereinsmitglieder dürfen keine Gewinnanteile und in ihrer Eigenschaft als Mitglieder auch keine sonstigen Zuwendungen aus Mitteln des Vereins erhalten.

Die Mitglieder des Vorstandes erhalten keine Vergütung für ihre Tätigkeit. Auslagen im Interesse des Vereins werden auf Antrag ersetzt, wenn sie der Vorstand vorher genehmigt hat und der Verein dazu in der Lage ist.

Der Verein darf keine Personen durch Verwaltungsausgaben, die dem Zweck der Gesellschaft fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütungen begünstigen.

Die Satzung wurde in der Gründungsversammlung am 24. Mai 1991 in Dresden angenommen.

---

<sup>(1)</sup> Der am 15.03.99 stattfindenden Mitgliederversammlung liegt eine Beschlußvorlage zur Erhöhung des Beitrages auf DM 35,- vor.





## BEITRITTSERKLÄRUNG

---

Die Firma :

Frau/Herr :

Anschrift :

erklärt hiermit die Bereitschaft zum Beitritt zur

**"Gesellschaft der Förderer des Hubert-Engels-Institutes für  
Wasserbau und Technische Hydromechanik e.V."**

Ich / Wir zahle(n) einen jährlichen Beitrag in Höhe von

DM \_\_\_\_\_

(ab DM 20.-- für persönliche Mitglieder, ab DM 200.-- für Firmen, Behörden, Körperschaften)

Die Beitragszahlung erfolgt auf das Konto **352 850 191** des Vereins bei der Stadtsparkasse  
Dresden (**Bankleitzahl 850 55 142**).

\_\_\_\_\_  
(Datum)

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift - Stempel)

Die Aufwendungen zur Förderung der Gesellschaft sind steuerlich abzugsfähig.

\_\_\_\_\_  
Bestätigung der Mitgliedschaft:

Der Vorstand stimmt im Namen des Vereins der Mitgliedschaft von \_\_\_\_\_ zu.

Dresden, den \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(Unterschrift-Stempel)



☒ **Aufnahmeantrag bitte senden an:**



Gesellschaft der Förderer des  
Hubert-Engels-Institutes  
für Wasserbau und Technische Hydromechanik  
an der Technischen Universität Dresden e.V.

**01062 Dresden**



## Bisher erschienene Mitteilungen:

- |                       |      |   |
|-----------------------|------|---|
| Nr. 1                 | 1989 | <b>Römis, Klaus</b><br>Empfehlung zur Bemessung von Hafeneinfahrten   |
|                       |      | <b>Lattermann, Eberhard</b><br>Bemessungsgrundlagen für Dichtungen und Deckwerke im Wasserbau   |
| Nr. 2<br>(vergriffen) | 1990 | <b>Krüger, Frank</b><br>Schubspannungsverteilungen in offenen, geradlinigen Trapez- und Rechteckgerinnen  |
|                       |      | <b>Martin, Helmut; Pohl, Reinhard</b><br>Überflutungssicherheit von Talsperren  |
| Nr. 3<br>(vergriffen) | 1990 | <b>Pohl, Reinhard</b><br>Die Entwicklung der wasserbaulichen Lehre und Forschung an der Technischen Universität Dresden                                     |
|                       |      | <b>Pohl, Reinhard</b><br>Die Berechnung der auf- und überlaufvermindernden Wirkungen von Wellenumlenkern im Staudammbau                                     |
| Nr. 4                 | 1991 | <b>Haufe, Ellen</b><br>Hydromechanische Untersuchungen von Mischungs-, Flockungs- und Sedimentationsprozessen in der Trinkwasseraufbereitung                |
| Nr. 5                 | 1994 | <b>Wasserbaukolloquium 1993</b><br>Die Elbe – Wasserstraße und Auen   |
| Nr. 6                 | 1995 | <b>Wasserbaukolloquium 1994</b><br>Wasserkraft und Umwelt   |
| Nr. 7                 | 1995 | <b>Wasserbaukolloquium 1995</b><br>Hydromechanische Beiträge zum Betrieb von Kanalnetzen  |
| Nr. 8                 | 1996 | <b>Aigner, Detlef</b><br>Hydrodynamik in Anlagen zur Wasserbehandlung   |
| Nr. 9                 | 1996 | <b>Wasserbaukolloquium 1996</b><br>Wellen: Prognosen - Wirkungen - Befestigungen  |
| Nr. 10                | 1997 | <b>Wasserbaukolloquium 1997</b><br>Sanierung und Modernisierung von Wasserbauwerken, aktuelle Beispiele aus Deutschland, Polen, der Slowakei und Tschechien |
| Nr. 11                | 1997 | <b>Pohl, Reinhard</b><br>Überflutungssicherheit von Talsperren  |
| Nr. 12                | 1998 | <b>Pohl, Reinhard</b><br>Die Geschichte des Institutes für Wasserbau an der Technischen Universität Dresden   |
| Nr. 13                | 1998 | <b>Wasserbaukolloquium 1998</b><br>Hydraulische und numerische Modelle im Wasserbau, Entwicklung - Perspektiven   |
| Nr. 14                | 1998 | <b>Müller, Uwe</b><br>Deformationsverhalten und Belastungsgrenzen des Asphaltbetons unter den Bedingungen von Staudammkerndichtungen                        |
| Nr. 15                | 1998 | <b>Wasserbaukolloquium 1999</b><br>Betrieb, Instandsetzung und Modernisierung von Wasserbauwerken   |

Die Dresdner Wasserbaulichen Mitteilungen können bestellt werden bei:

Technische Universität Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Wasserbau und THM

D-01062 Dresden, Tel.:(0351) 463 3837, Fax.: (0351) 463 7141, E-Mail: wb\_thm@bbbrs5.bau.tu-dresden.de



ISSN 0949 - 5061

ISBN 3 - 86005 - 223 - 3